

Utilizando a ciência cidadã e métodos de captura para monitorar a ocorrência de peixes não nativos no Complexo Estuarino de Paranaguá.

Resumo

As espécies invasoras, exóticas ou não nativas são aquelas que ocorrem em uma área distante de seu limite natural de distribuição interferindo nas populações de espécies nativas. Em países com grandes extensões geográficas como o Brasil, estudos no ambiente marinho e estuarino tornam-se mais complexos e dispendiosos financeiramente. A ciência cidadã tem sido uma excelente ferramenta em estudos nestes ambientes pelo seu custo reduzido. Por isso, o presente projeto pretende entender através da ciência cidadã e métodos ativos de captura a história de duas espécies de peixes não nativas que colonizaram o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) localizado no litoral do Paraná. Assim como, realizar um experimento de controle populacional da espécie não nativa *Opsanus beta* no CEP. Os objetivos específicos são: i) Monitorar a presença das espécies não nativas *O. beta*, *Omobranchus punctatus* e *Butis koilomatodon* no CEP utilizando a ciência cidadã; ii) Entender a história de vida e processos de dispersão das espécies *O. punctatus* e *B. koilomatodon* dentro do CEP para propor ações de mitigação ao impacto destas espécies e iii) Testar métodos de controle da população da espécie *O. beta* estabelecida em várias localidades do CEP. Nas vilas Europinha, Eufrasina, Amparo, Piaçaguera e São Miguel serão realizadas ações de conscientização sobre as três espécies para que a população destas comunidades participem do projeto. As espécies *O. punctatus* e *B. koilomatodon* serão capturadas mensalmente próximo as vilas Europinha, Eufrasina, Amparo, Piaçaguera e na Ilha das Cobras com covos confeccionados com garrafa pets. Após a captura os exemplares serão identificados e mensurados, as gônadas e os otólitos extraídos para histologia e embocamento respectivamente. Durante a época reprodutiva desta espécie, nas sizígias, serão contabilizados os ninhos de *O. beta*. Os machos que estiverem protegendo os ninhos serão capturados e retirado todos os ovos do ninho, esse manejo será realizado mensalmente nos meses de primavera e verão. Ao longo do projeto, será realizado o monitoramento junto aos pescadores de siri da vila de São Miguel para verificar se ocorrerá mudança na abundância de *O. beta* antes e após a retirada dos ninhos.

Palavras-chave: atividades antrópicas; bioinvasão; ciência cidadã; mitigação.

38 Objetivo Geral

39 A presente proposta prevê monitorar a ocorrência de três espécies de peixes
40 não nativas no litoral paranaense através da ciência cidadã e métodos ativos de captura.
41 Assim como, verificar padrões da história de vida e conectividade de *O. punctatus* e *B.*
42 *koilomatodon* e desenvolver protocolos de mitigação da população de *O. beta*.

43

44 Objetivos Específicos

45 A) Monitorar a presença das espécies não nativas *O. beta*, *O. punctatus*, *B.*
46 *koilomatodon* no Complexo Estuarino de Paranaguá utilizando a ciência cidadã;

47 B) Entender a história de vida e processos de dispersão das espécies *O.*
48 *punctatus* e *B. koilomatodon* dentro do Complexo Estuarino de Paranaguá para propor
49 ações de mitigação ao impacto destas espécies.

50 C) Testar métodos de controle da população da espécie *O. beta* estabelecida
51 em várias localidades do Complexo Estuarino de Paranaguá.

52

53 1. Fundamentação teórica

54

55 A ciência cidadã é definida como troca de conhecimento entre os cidadãos e os
56 cientistas, os cidadãos contribuem de forma voluntária com o fornecimento de dados
57 que auxiliam no entendimento de diversos questionamentos, facilitando o
58 desenvolvimento social e científico (Kelly, et al. 2020). Atualmente, diversos projetos
59 usam a ciência cidadã para conectar a comunidade científica e a sociedade, estes
60 projetos ocorrem em todos os setores da sociedade. Assim como, nas comunidades
61 tradicionais mais isoladas (Rüfenacht et al., 2021). Esses projetos demonstram como a
62 ciência cidadã pode contribuir substancialmente com o monitoramento da
63 biodiversidade (Vendetti et al., 2018; Gibson et al., 2019; Freitas et al., 2020). No
64 ambiente marinho, a ciência cidadã auxilia no entendimento de padrões de migração
65 realizados por mamíferos marinhos e na distribuição de espécies estuarinas e marinhas
66 (Davies et al., 2013; Bruce et al., 2014; Lodi & Tardi, 2018). Concomitantemente, a
67 ciência cidadã pode ser utilizada na identificação da distribuição geográfica de espécies
68 invasoras nas regiões recentemente colonizadas (Encarnação et al., 2021; Carvalho et
69 al., 2022).

70 Espécies invasoras, exóticas ou não nativas são aquelas que ocorrem em uma
71 área distante de seu limite natural de distribuição interferindo negativamente nas
72 populações de espécies nativas (Ojaveer et al., 2018; Vitule et al., 2019). Essa
73 introdução causa inúmeros impactos nos ecossistemas, sendo eles: extinção de
74 espécies (Blackburn et al., 2019; Battini et al., 2021), introdução de parasitas e doenças

no ambiente recentemente colonizado (Bax et al., 2001; Hohenadler et al., 2018). Além dos impactos nos ecossistemas, as espécies invasoras prejudicam os serviços ecossistêmicos fornecidos pelas espécies nativas as comunidades tradicionais locais. A introdução de espécies impacta a pesca artesanal, o cultivo de organismos marinhos e o turismo causando prejuízos aos arranjos produtivos locais (Havel et al., 2015; Rytwinski et al., 2018).

Apenas 9,9% dos estudos conseguem quantificar o impacto das espécies não nativas, esse reduzido percentual dificulta o controle e mitigação dos impactos (Watkins et al. 2021). A erradicação de espécies introduzidas é complexa e difícil de ser realizada (Havel, et al. 2015; Rytwinski, et al. 2018). A extração das espécies não nativa pela pesca para o consumo humano tem sido utilizada como método para controlar populações de diversas espécies não nativas estabelecidas em novos ambientes aquático, por exemplo: nos Estados Unidos da América o consumo do peixe leão tem sido incentivado para controlar as populações de espécies *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) e *P. miles* (Benett, 1828) (Ferguson & Akins, 2010; Blakeway et al., 2019). Estudo recente, mostrou que a população portuguesa aceitaria consumir carne da espécie *Cynoscion regalis* (Bloch & Schneider, 1801), espécie de peixe recentemente introduzida no Mediterrâneo (Cerveira et al., 2021).

No Brasil, existe uma tendência de aumento de registros do número de espécies não nativa nos ambientes marinhos e estuarinos (Teixeira & Creed, 2020). Para os peixes estuarinos e marinhos também é possível observar essa tendência de acréscimo de registros de espécies não nativas colonizando novos habitats (Souza, et al. 2024). Especialmente, na costa sudeste sul brasileira, ocorreu um acréscimo de registro de espécies de peixes não nativas. Essas espécies apresentam características distintas quanto a capacidade natatória, posição na coluna d'água, ecologia trófica e estratégias reprodutivas (Collette, 2002; del Río et al. 2023; Souza, et al. 2024). As espécies *Pterois volitans*, *Butis koilomatodon* (Bleeker, 1849), *Omobranchus punctatus* (Valenciennes, 1836) e *Opsanus beta* (Goode & Bean, 1880) foram registradas ao longo dos estuários e ambientes marinhos da costa sudeste-sul brasileira. Contudo, apenas *Opsanus beta*, *Omobranchus punctatus* e *Butis koilomatodon* (Bleeker, 1849) estabeleceram populações nestes ambientes da costa sudeste sul brasileira (Contente, et al. 2016; Macieira, et al. 2012; Cabeza, et al. 2020; Miller, et al. 2023).

Os primeiros registros de *O. beta* no Brasil ocorreram no Complexo Estuarino de Paranaguá (PR) (Caires, et al. 2007). Estudos recentes demonstram uma expansão populacional desta espécie com registros de *O. beta* na Baía de Guanabara, Sepetiba, Guaratuba e Laguna (Cordeiro, et al. 2020; Almeida-Tubino, et al. 2020; Carvalho et al. 2020, Carvalho, et al. 2022). *Opsanus beta* é uma espécie pertencente à família

Batrachoididae (Collette, 2002), habita estuários e regiões intermareais da plataforma interna rasa (Greenfield, et al. 2008). É uma espécie críptica, territorialista, sedentária que realiza pequenas migrações (Collette, 2002; Greenfield, et al. 2008). Essa espécie é considerada generalista oportunista por alimentar-se de moluscos, crustáceos e de algumas espécies de peixes (López-Franco, et al. 2017), na sua área natural de distribuição a idade média da população é de seis anos alcançando dez anos (Malca, et al. 2009). É uma espécie com elevado cuidado parental, as fêmeas depositam seus ovos aderentes no ninho feito pelos machos. Os machos fecundam e cuidam dos ovos. Após a eclosão dos ovos os machos, mantêm as larvas na boca para finalizar o desenvolvimento destas (Gallardo-Torres, et al. 2004).

A espécie *O. punctatus* pertence à família Blenniidae, foi registrada pela primeira vez na costa brasileira em meados de 2002 (Gerhardinger et al., 2006). Essa espécie apresenta machos com maior comprimento em relação as fêmeas e ciclo de vida curto, é uma espécie oportunista que se alimenta de algas e invertebrados bentônicos (Ismail & Clayton, 1990). Adicionalmente, é uma espécie críptica e sedentária, com comportamento territorialista e elevado cuidado parental (Froese & Pauly, 2025). Recentemente, essa espécie foi registrada em duas localidades do Complexo Estuarino de Paranaguá (Carvalho, et al. 2024). Diferentemente, a espécie *B. koilomatodon* foi registrada apenas na Ilha das Cobras próximo a desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá (Luchese, 2022). Essa espécie pertence à família Eleotridae, apresenta uma ciclo de vida curta e desova parcelada (Keith & Mennesson, 2025).

Em países com grande extensões geográficas como o Brasil, estudos no ambiente marinho tornam-se mais complexos e dispendiosos financeiramente, principalmente nos estudos que estão focados na dispersão e verificação da ocorrência de espécies com comportamento críptico como as espécies não nativas supracitadas. Porém, a ciência cidadã tem sido uma excelente ferramenta em estudos nos ambientes marinhos e estuarinos pelo seu baixo custo e pela adesão de alguns setores da população brasileira que demonstram uma elevada curiosidade pelo ambiente marinho como, por exemplo, os pescadores artesanais e esportivos.

2. Material e Métodos

2.1 Área de estudo

O litoral paranaense é representado por um mosaico de habitats, desde extensas praias arenosas, restingas, manguezais, baixios e marisma (Lana, et al. 2001; Ribeiro, et al. 2020). Ao norte do litoral paranaense está situado o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP - 25°28'39"S - 48°32'41"O). É um dos maiores estuários brasileiros com

149 aproximadamente 601 km² de área que compreende os municípios de Antonina,
150 Paranaguá, Pontal do Paraná e Guaraqueçaba (Lessa, et al. 2018). O CEP é subdividido
151 em dois eixos principais de orientação, o eixo leste-oeste e o norte-sul. O eixo leste-
152 oeste é composto pelas Baías de Paranaguá e Antonina. É a região do CEP com maior
153 urbanização e influenciada pelas atividades portuárias dos portos de Paranaguá e
154 Antonina. Devido, a proximidade com possíveis fontes de introdução de espécies não
155 nativas, o presente projeto será realizado próximo as vilas de Europinha, Eufrasina,
156 Amparo, Piaçaguera e na Ilha das Cobras localizadas no CEP (Figura 1).
157

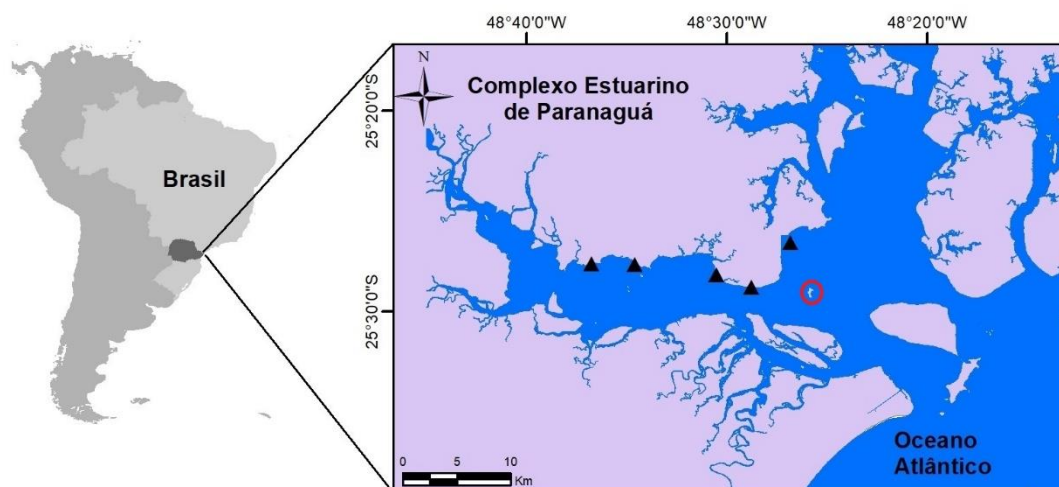


Figura 1. Mapa do Complexo Estuarino de Paranaguá, em destaque com triângulos as comunidades de Europinha, Eufrasina, Amparo, Piaçaguera, São Miguel e Ilha das Cobras (destacada com um círculo vermelho 25°28'56,55\"S – 48°25'58,28\"O e 25°29'05,39\"S - 48°25'51.13\"O).

158

159 2.2 Ciência Cidadã

160 Durante a fase inicial do projeto as comunidades serão consultadas conforme
161 previsto pela OIT 169. Serão realizadas ações de contextualização sobre as espécies
162 de peixes não nativas alvo deste projeto em todas as comunidades durante rodas de
163 conversa organizadas em conjunto pela universidade e lideranças locais. O público-alvo
164 destas rodas de conversas serão os adultos e jovens adultos. Após a contextualização,
165 será proposto para os pescadores e aquicultores das vilas a participação no projeto.
166 Caso o morador aceite participar do projeto, ele deverá responder as seguintes questões
167 caso registre alguma das espécies não nativas alvo deste projeto, sendo as questões:
168 1) Se o cientista cidadão autoriza o uso das informações; 2) data e local de captura; 3)
169 se o espécime foi fotografado e se as fotos poderiam ser disponibilizadas; 5) se as fotos

170 poderiam ser inclusa no banco de dados do projeto e 6) se o pescador já havia capturado
 171 alguma vez essa espécie?; 7) Se sim, quando ocorreu essa captura pretérita e
 172 onde. Todas as informações de capturas serão georeferenciadas e disponibilizadas
 173 mapas para a comunidade geral e acadêmica.

174 Também, serão realizadas atividades sobre as espécies de peixes não nativas
 175 nas escolas. As atividades nas escolas serão realizadas em parceria com o Programa
 176 de Educação Ambiental Saberes e Fazeres do Mar (UFPR).

177

178 2.3) Amostragens

179 Serão realizadas amostragens mensais das espécies *O. punctatus* e *B.*
 180 *koilomatodon* para identificar padrões de reprodução e crescimento destas espécies
 181 estimasse que serão coletados 100 em todo período amostral. Os exemplares serão
 182 capturados em baixios e costões rochosos nas vilas Europinha, Eufrasina, Amparo,
 183 Piaçaguera e Ilha das Cobras com 6 covos de garrafas pet em cada habitat. Em cada
 184 localidade mensalmente, será realizada uma campanha amostral nos baixios e nos
 185 costões rochosos. Os covos ficaram submersos por 48 horas com despescas a cada 12
 186 horas durante as marés de quadratura. Posterior a captura, os exemplares serão
 187 anestesiados para eutanásia. Após a biometria dos peixes, as gônadas serão extraídas,
 188 pesadas e será realizada a determinação macroscópica do sexo e do estágio de
 189 maturação gonadal conforme Brown-Peterson (et al. 2011). Para confirmar a
 190 identificação macroscópica dos estágios gonadais, parte das gônadas analisadas serão
 191 fixadas em ALFAC durante 18 horas posteriormente serão inclusas em Paraplast, as
 192 lâminas serão coradas com Hematoxilina-Eosina, cortadas com micrótomo e analisadas
 193 em microscópio para determinar a escala de maturidade de fêmeas e machos.

194 A fim de inferir sobre o bem-estar animal, será determinado o fator de condição
 195 total (K) e o fator de condição somático (K'), expressos respectivamente pelas fórmulas
 196 $K = PT/CT^b$ e $K' = PT - PG/CT^b$, onde: b é o coeficiente de alometria da relação peso
 197 comprimento. A diferença entre K e K' possibilita verificar a energia empregada no
 198 processo reprodutivo, em fêmeas e machos. Será realizado um teste t entre os fatores
 199 de condição total e de condição somático para verificar a influência das gônadas no fator
 200 de condição. A estimativa de determinação do comprimento de primeira maturação (L50)
 201 será realizada através da curva logística $Fr = 1 - (e^{-a \cdot Ctm \cdot b})$ onde: Fr é frequência
 202 relativa de indivíduos adultos; "e" é o logaritmo na base neperiana; "a" e "b" são os
 203 coeficientes estimados pelo método mínimo quadrado e CTM = ponto médio do intervalo
 204 de classe (Possamai & Fávaro, 2015). Para analisar a proporção sexual será utilizado o
 205 teste do Qui-quadrado (χ^2) ($\alpha = 0,05$). O L50 só será analisado se for observado
 206 períodos de recrutamento, ou seja, entrada de juvenis na população.

207 Os otólitos serão emblocados, cortado em serra metalográfica de baixa rotação,
208 o corte será lixado e polido até a visualização dos anéis etário que serão contados.
209 Posteriormente, os cortes serão fotografados em um microscópio estereoscópio sob luz
210 transmitida com lente polarizadora para a realização das leituras dos anéis etários,
211 sendo realizadas três leituras em momentos diferentes pelo mesmo leitor. A verificação
212 da consistência entre o número de anéis, nas três leituras efetuadas por otólito, será
213 realizada pela determinação do coeficiente de variância (CV), expresso pela fórmula
214 $CV=100 \frac{n[\sum(sdi\bar{a})ni=1]}{n}$, onde: sdi é o desvio padrão de idades atribuídas ao indivíduo
215 i e $\bar{a}$ é a média de leituras. Após as análises serão eliminadas as leituras que resultaram
216 em coeficiente de variância acima 8% (Chang, 1982).

217 A curva de crescimento para sexos agrupados e separados será obtida através
218 do ajuste da expressão matemática $LT=L^{\infty}[1-e^{-k(t-t_0)}]$, de von Bertalanffy (VB) (1938)
219 e do ajuste da expressão de Gompertz (G) $LT=L^{\infty}*e^{-e^{-k(t-t_0)}}$ sendo para ambas
220 expressões: LT = o comprimento total (mm) na idade t , L^{∞} = o comprimento assintótico,
221 k = taxa instantânea de crescimento e t_0 = idade em que os peixes têm um comprimento
222 teórico igual a zero (Ogle, 2015). A identificação da longevidade da espécie (A), que
223 corresponde ao tempo que o peixe leva para atingir 95% do L^{∞} (Santos et al., 2017),
224 será estimada pela equação de Taylor (1959), $A=(2.996k)+ t_0$, onde: 2,996 é uma
225 constante, k é taxa instantânea de crescimento e t_0 é idade em que os peixes têm um
226 comprimento teórico igual a zero parâmetros da curva de von Bertalanffy.

227 Para verificar diferenças nas taxas de crescimento entre machos e fêmeas será
228 realizado um teste t entre os parâmetros da curva de von Bertalanffy, Gompertz e da
229 longevidade. As análises estatísticas (teste t e teste do Qui-quadrado) serão realizadas
230 no programa R. Os ajustes dos modelos de von Bertalanffy e Gompertz serão realizados
231 utilizando os pacotes 'Fishmethods' e 'FishR' (Ogle, 2015). A partir dos dados da história
232 de vida, será possível identificar se as espécies utilizam os pontos de pesca em quais
233 fases do seus desenvolvimento ontogenético.

234 O desenvolvimento de protocolo de controle da população da espécie *O. beta*
235 será realizado nas proximidades da vila São Miguel especialmente na Ilha da Banana.
236 Durante a época reprodutiva desta espécie, nas sizígias, serão contabilizados os ninhos
237 de *O. beta*. Os machos que estiverem protegendo os ninhos serão capturados e retirado
238 todos os ovos do ninho, esse manejo será realizado mensalmente nos meses de
239 primavera e verão em todos os anos do projeto. Concomitantemente, será monitorado
240 o desembarque desta espécie pelos pescadores de siri que residem em São Miguel. Os
241 dados de abundância do desembarque antes e após o início da retirada dos ninhos
242 serão comparados utilizando teste t no programa R. Também serão comparados o
243 número de ninhos, anos e abundância de indivíduos capturados pela pesca do siri com

244 uma Análise de Variância, caso ocorra significância ($p < 0,05$) será realizado o teste a
245 posteriori Tukey para entender quais variáveis interagem significativamente entre si. A
246 licença de amostragem foi solicitada ao SISBIO em dezembro de 2025. Todos os
247 exemplares coletados serão guardados na coleção Ictiológica do Laboratório de
248 Ictiologia Marinha e Estuarina do CEM-UFPR.

249

250 3. Equipe: indicando o coordenador e demais participantes

251 Coordenadora Profa. Dra. Barbara Maichak de Carvalho;

252 Pesquisador colaborador Prof. Dr. Luis Fernando Fávaro;

253 Graduando em Oceanografia Aron David Freitas;

254 Mestrando do PGSISCO – em breve.

255

256 4. Cronograma

257

	2026		2027		2028		2029	
Atividades	1º Se	2º Se	1º Se	2º Se	1º Se	2º Se	1º Se	2º Se
Atualização bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X
Apresentação do projeto para as comunidades e escolas	X							
Monitoramento das espécies <i>O. punctatus</i> e <i>B. koilomatodon</i> pelos cidadãos cientistas		X	X	X	X	X		
Confecção dos covos para capturar <i>O. punctatus</i> e <i>B. koilomatodon</i> .	X							
Amostragens mensalmente de <i>O. punctatus</i> e <i>B. koilomatodon</i> .		X	X	X				
Amostragem <i>O. beta</i> .		X		X		X		X
Acompanhamento desembarque Opsanus São Miguel		X		X		X		X
Processamento amostras <i>O. punctatus</i> e <i>B. koilomatodon</i> .		X	X	X	X			
Submissão dos manuscritos da história de vida e reprodução de <i>O. punctatus</i> e <i>B. koilomatodon</i> .						X		
Submissão do mitigação da introdução da <i>O. beta</i> .								X

258

259

260 5. Infraestrutura disponível;

261 O projeto será desenvolvido pelo Laboratório de Ictiologia Marinha e Estuarina em
262 colaboração com o laboratório de Biologia de Peixes e Contaminação Ambiental
263 coordenado pelo prof. Luís Fernando Fávaro do departamento de Biologia Celular da

UFPR. A partir, desta parceria será descrita a biologia reprodutiva de *O. punctatus* e *B. koilomatodon*, o laboratório associado ao projeto possui micrótomo e outros equipamentos necessário para a histologia das gônadas destas espécies. Para a descrição dos parâmetros de idade e crescimento será utilizada a serra metalográfica de baixa rotação em parceria com Laboratório de Laminação Petrográfica coordenado pela Profa. Dra. Barbara Trzaskos, o laboratório responsável possui os discos de corte e todos os consumíveis para a histologia das gônadas e processamento dos otólitos.

Para captura dos exemplares serão utilizadas as embarcações do Centro de Estudos do Mar, o presente projeto será submetido a diferentes órgãos de fomento para a obtenção de financiamento para a ampliação do projeto tanto em área de estudo como na ampliação dos objetivos.

6. Produtos e impactos esperados;

Academicamente e cientificamente os resultados esperados podem ser divididos em duas vertentes. Inicialmente, academicamente esperasse aperfeiçoamento acadêmico de alunos da graduação e mestrado em técnicas de histologia e esclerocronologia de peixes estuarinos e a implementação da ciência cidadã como ferramenta de estudos nas ciências do mar. Cientificamente, o entendimento dos parâmetros de história de vida de duas espécies não nativas dentro do CEP facilita a elaboração de futuros protocolos de manejo destas espécies. Assim como, a tentativa de reduzir o recrutamento da espécie *O. beta* de forma experimental, futuramente pode subsidiar protocolos nacionais de controle desta espécie em estuários da costa sudeste sul brasileira.

Como produtos científicos, este projeto propõem a publicação de ao menos três artigos científicos destas espécies previamente intitulados como: “História de vida de duas espécies não nativas em um estuário subtropical do Atlântico Sul”, “Experimentos de controle populacional de uma espécie não nativa em um estuário subtropical do Atlântico Sul” e “Percepção das comunidades tradicionais sobre o impacto de três espécies não nativas”. Os resultados do projeto também serão divulgados em eventos científicos nacionais e internacionais focados tanto em conservação e biodiversidade quanto em extensão e ciência cidadã. Socialmente, o presente projeto pretende fortalecer os laços entre as comunidades tradicionais e a universidade, espera que os dados levantados auxiliem na mitigação dos impactos das espécies não nativas.

Os resultados do presente projeto trarão impactos positivos ao CEM e para a UFPR. Inicialmente, permitirá o aperfeiçoamento acadêmico de alunos da graduação e

do mestrado em técnicas de histologia e esclerocronologia de peixes estuarinos. Juntamente, trará a implementação da ciência cidadã como ferramenta de estudos nas ciências do mar pouco utilizada no campus. O entendimento da história de vida das espécies *Omobranchus punctatus* e *Butis koilomatodon* facilita a formulação de futuros protocolos de manejo destas populações. O experimento de tentar reduzir o recrutamento da população de *Opsanus beta* trará inovação e visibilidade para o campus, já que, na costa brasileira nenhum estudo de bionvasão com peixes estuarinos tentou controlar o recrutamento desta espécie. A partir dos resultados alcançados neste projeto, será possível propor parceria a longo prazo com empreendimento possivelmente responsáveis pela introdução destas espécies. Assim como, a redução das populações das espécies de peixes não nativos supracitados, trará benefício para os pescadores artesanais que relatam o impacto da introdução da espécie *O. beta* sobre a pesca de siri. Logo, o projeto trará notoriedade e futuros financiamento para o campus e para a UFPR a longo prazo.

7. Referências Bibliográficas

- Almeida-Tubino, M. F. A.; Salgado, F. L. K.; Uehara, W.; Utsunomia, R.; Araújo, F. G. 2020. *Opsanus beta* (Goode & Bean, 1880) (Acanthopterygii: Batrachoididae), a non-indigenous toadfish in Sepetiba Bay, south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1-9.
- Blackburn, T. M.; Bellard, C.; Ricciard, A. 2019. Alien versus native species as drivers of recent extinctions. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(4):1-5.
- Battini, N.; Giachetti, C. B.; Castro, K. L.; Bortolus, A.; Schwindt, E. 2021. New invasive predator reduces the abundance of native prey in a cold-temperate marine fouling community. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 31(8): 1-13.
- Bax, N.; Carlton, J. T.; Amos, M.; Haedrich, R. L.; Howarth, F. G.; Purcell, J. E.; Rieser, A.; Gray, A. 2001. The control of biological invasions in the world's Oceans, 15(50): 1234-1246.
- Blakeway, R. D.; Jones, G. A.; Boekhoudt, B. 2018. Controlling lionfishes (*Pterois* spp.) with consumption: Survey data from Aruba demonstrate acceptance of non-native lionfishes on the menu and in seafood markets. *Fisheries Management and Ecology*, 27(46): 1-4.
- Brown-Peterson N.J., Wyanski D.M., Saborido-Rey F., Macewicz, B. J.; Lowerre-Barbieri, S. 2011. A Standardized Terminology for Describing Reproductive Development in Fishes. *Mar. Coast. Fish. Dynam. Manag. Ecosys. Sci.* 3(1): 52-70. <http://dx.doi.org/10.1080/19425120.2011.555724>
- Bruce, E.; Albright, L.; Sheehan, S.; Blewitt, M. 2014. Distribution patterns of migrating humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in Jervis Bay, Australia: A spatial analysis using geographical citizen science data. *Applied Geography*, 54, 1-14.
- Blakeway, R. D.; Jones, G. A.; Boekhoudt, B. 2018. Controlling lionfishes (*Pterois* spp.) with consumption: Survey data from Aruba demonstrate acceptance of non-native lionfishes on the menu and in seafood markets. *Fisheries Management and Ecology*, 27(46): 1-4.
- Cabezas, M.P.; Lasso-Alcalá, O.M.; Xavier, R. & Jowers, M.J. 2020. First genetic record of the non-native muzzled blenny *Omobranchus sewalli* (Teleostei:Blenniidae) in the Atlantic Coast of Central and South America. *Journal of Fish Biology* 96, 841–846.
- Carvalho, B. M., Ferreira Junior, A. L., Fávaro, L. F., Artoni, R. F. & Vitule, J. R. S. 2020. Human facilitated dispersal of the Gulf toadfish *Opsanus beta* (Goode & Bean, 1880) in the Guaratuba Bay, southeastern Brazil. *Journal of Fish Biology*, 97: 1-5
- Carvalho, B. M.; Freitas, M.; Tomas, A.; Caires, R.; Charvet, P.; Vitule, J. R. S. 2022. Citizen science as a tool for understanding the silent dispersion of toadfish *Opsanus beta* (Goode & Bean, 1880). *Journal of Fish Biology*, 100, 1-6.

- 349 Carvalho, B.M.; Moroski L. G.; Davi, A.; Di Domenico M (2024) *Omobranchus sewalli*
350 (Valenciennes, 1836) an established species in the South Brazil. Journal of the Marine Biological
351 Association of the United Kingdom 104, e70, 1–4. <https://doi.org/10.1017/S0025315424000766>
352 Cerveira, I.; Baptista, V.; Teodósio, M. A.; Morais, P. 2021. What's for dinner?
353 Assessing the value of an edible invasive species and outreach actions to promote its
354 consumption. Biological Invasions.
355 Chang, W.Y.B. 1982. A statistical method for evaluating the reproducibility of age
356 determination. Canadian Journal Fish Aquatic Science v. 39, p. 1208–1210.
357 Christofolletti, R.; Gozzo, A.; Justino, A.; Mazzuco, A. C. A.; Martins, F. R.; Kasten, P.;
358 Mazzo, T. M.; Ignacio, B. L.; Kitahara, M. V.; Rodrigues, M. V.; Yokoyama, L. Q.; Sousa, A. C.;
359 Aguiar, A. V.; Basso, B. H.; Faria, C. F.; Ferreira, C. G. R.; Gasparini, F. C.; Morgan, H.; Raphael,
360 H. M.; Pires, J. S.; Vieira, K. M.; Santos, K. S.; Ozores, L. R.; Medeiros, L. F.; Lazaretti, M. C.;
361 Guarachi, M. S.; Mathias, M.; Carvente, M. F.; Nascimento, S. C.; Santos, S. O. 2021. A Década
362 da Ciência Oceânica para o desenvolvimento sustentável. E eu com isso? Ciência e Cultura, v.
363 73 n.2, p. 28-35.
364 Collette, B.B. 2002 Batrachoididae. In: Carpenter, K.E. The Living marine resources of
365 the Western Central Atlantic. v. 2: Bony Fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). FAO
366 Species Identification Guide for Fishery Purposes (American Society of Ichthyologists and
367 Herpetologists Special Publication) 5. p.1026-1042.
368 Contente, R.; Brenha-Nunes, M. R.; Siliprandi, C. C.; Lamas, R. A.; Conversani, V. R. M.
369 2016. A new record of the non-native is species *Butis koilomatodon* (Bleeker 1849) (Teleostei:
370 Eleotridae) for southeastern Brazil. Biotemas, 29 (2): 113-118.
371 Cordeiro, C.A.M.M.; Costa, T. M. 2010. Evaluation of solid residues removed from a
372 mangrove swamp in the São Vicente Estuary, SP, Brazil. Marine Pollution Bulletin, 60, 1762–
373 1767
374 Davies, T. K.; Stevens, G.; Meekan, M. G.; Struve, J.; Rowcliffe, J. M. 2013. Can citizen
375 science monitor whale-shark aggregations? Investigating bias in mark–recapture modelling using
376 identification photographs sourced from the public. Wildlife Research, 39: 696–704.
377 <http://dx.doi.org/10.1071/WR12092>
378 Degroote, L. W.; Hingst-Zaher, E.; Moreira-Lima, L.; Whitacre, J. V.; Slyder, J. B.,
379 Wenzel, J. W. 2021. Citizen science data reveals the cryptic migration of the Common Potoo
380 *Nyctibius griseus* in Brazil. Ibis, 163: 380–389. <https://doi.org/10.1111/ibi.12904>
381 del Río L, Navarro-Martínez ZM, Cobián-Rojas D, Chevalier-Monteagudo PP, Angulo-
382 Valdes JA, Rodriguez-Viera L. 2023. Biology and ecology of the lionfish *Pterois volitans*/Pterois
383 miles as invasive alien species: a review. PeerJ 11:e15728 <http://doi.org/10.7717/peerj.15728>
384 Encarnação, J., Teodósio, M. A., Morais, P. 2021. Citizen Science and Biological
385 Invasions: A Review. Frontiers of Environmental. Science, 8: 1-14.
386 <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.602980>
387 Ferguson, T. & Akins, L. 2010. The lionfish cookbook: the caribbean's new delicacy.
388 REEF 511 Environmental Education Foundation
389 Freitas, M. O.; Adelir-Alves, J.; Bueno, L. S.; Moreira, D. A.; Lima-Júnior, M. J. C.;
390 Sampaio, C. L. S.; Bertoncini, A. 2020. Citizen science for the biological conservation of the
391 Atlantic Goliath Grouper in Brazil. Newsletter of the Groupers & Wrasses Specialist Group of the
392 International Union for the Conservation of Nature, 1-2.
393 Froese, R. & Pauly, D. 2025 FishBase World Wide Web electronic publication. Available
394 at www.fishbase.org, version 12/2025.
395 Gallardo-Torres, A.; Martinez-Perez, J. A.; Lezina, B. J. 2004. Structures and early life
396 history of the gulf toadfish, *Opsanus beta*, in the Tecolutla estuary, Veracruz, Mexico. Gulf and
397 Caribbean Research, 16: 109–113.
398 Greenfiel, D.W.; Winterbottom, R.; Collette, B.B. 2008. Review of the Toadfish Genera
399 (Teleostei: Batrachoididae). Proceedings of the California Academy of Sciences, 59(4): 665-710.
400 Gerhardinger L, Freitas M, Andrade A and Rangel C (2006) *Omobranchus punctatus*
401 (Teleostei: Blenniidae), an exotic blenny in the Southwestern Atlantic. Biological Invasions 8,
402 941–946.
403 Hohenadler, M. A. A.; Honka, K. I.; Emde, S.; Klimpel, S.; Sures, B. 2018. First evidence
404 for a possible invasional meltdown among invasive fish parasites. Scientific Reports, 8(1): 1-5.
405 Ismail, W. A. & Clayton, D.A. 1990. Biology of *Omobranchus sewali* (Blenniidae) on the
406 rocky shores in Kuwait. Cybium 14, 285–194.

- Keith, P. & Mennesson, M. I. 2023. Review of Butis (Teleostei: Butidae) from Indo-Pacific islands with description of three new species. *Cybum : Revue Internationale d'Ichtyologie*, 47 (4), pp.431-466. 10.26028/cybum/2023-034. hal-04356424
- Kelly, R.; Fleming, A.; Pecl, G.T.; von Gönner J, B. A. 2020 Citizen science and marine conservation: a global review. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 375: 20190461. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2019>.
- Lana, P.C.; Marone, E.; Lopes, R.M.; Machado, E.C. 2001. The Subtropical Estuarine Complex of Paranaguá Bay, Brazil. In: Seeliger U. Kjerfve B. (eds), *Coastal Marine Ecosystems of Latin America, Series Ecological Studies*. 144, 131-145. Berlin, Springer-Verlag
- Lessa, G. C.; Santos, F. M.; Filho, P. W. S., Corrêa-Gomes, L. C. Brazilian Estuaries: A Geomorphologic and Oceanographic Perspective In: Lana, P.C. and Bernardino, A.F. 2018. *Brazilian Estuaries: A Benthic Perspective*. Berlin: Springer.
- Lodi, L., Tardi, R. 2018. Citizen science contributes to the understanding of the occurrence and distribution of cetaceans in southeastern Brazil – A case study. *Ocean Coastal Manage*, 158:45-55. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.03.029>
- Lopez-Franco, J.; González, A. G. S.; Arenas, L. G. A.; Sánchez, C. B.; Escorcía, H. B.; Pérez, J. A. M.; Rodríguez, E. P.; Legorreta, J. L. V. 2017. Ecología y reproducción de *Opsanus beta* (Actinopterygii: Batrachoididae) en la Laguna de Alvarado, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*, 65(4):1381-1396
- Luchese, M. H. 2022. Uma nova ferramenta para acessar a resposta das assembleias de peixes recifais criptobênticos a diferentes habitats entre marés de estuários. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Paraná.
- Macieira, R. M.; Giarrizzo, T.; Gasparini, J. L. & Sazima, I. 2012. Geographic expansion of the invasive mud sleeper *Butis koilomatodon* (Perciformes: Eleotridae) in the western Atlantic Ocean. *Journal of Fish Biology* (2012) 81, 308–313 doi:10.1111/j.1095-8649.2012.03285.x
- Mahiques, M. M.; Sousa, S. H. M.; Furtado, V. V.; Tessler, M. G.; Toledo, F. A. L.; Burone, L.; Figueira, R. C.L.; Klein, D. A.; Martins, C. C. & Alves, D. P. V. 2010. The Southern brazilian shelf: general characteristics, quaternary evolution and sediment distribution. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 58, p. 25-34.
- Malca, E.; Barimo, J. F.; Serafy, J. E.; Walsh, P. J. 2009. Age and growth of the gulf toadfish *Opsanus beta* based on otolith increment analysis. *Journal of Fish Biology*, 75, 1750–1761.
- Marques, A. C. T. L. & Marandino, M. 2018. Alfabetização científica, criança e espaços de educação não formal: diálogos possíveis. *Educ. Pesqui*, 44, 1-19.
- Miller, N. O. R.; Carvalho, B. M.; Figueiredo, M. V. C.; Perera, A. A.; Vitule, J. R. S. 2023. Distribution Range of Toadfishes *Opsanus Rafinesque*, 1818 (Batrachoididae) in the Western Atlantic, with Emphasis in the Introduction of *O. beta* in Brazil. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*. <https://doi.org/10.1007/s41208-023-00550-9>
- Nelms, S. E.; Easman, E.; Anderson, N.; Berg, M.; Coates, S.; Crosby, A.; Eisfeld-Pierantonio, S.; Eyles, L.; Flux, T.; Gilford, E.; Giner, C.; Hamlet, J.; Hembrow, N.; Hickie, J.; Hopkinson, P.; Jarvis, D.; Kearsley, J.; Millard, J.; Nunn, F.; Pollitt, E.; Sainsbury, A.; Sayer, S.; Sinclair, R.; Slack, A.; Smith, P. ; Thomas, R.; Tyler, J.; Walker, R.; Wallerstein, C.; Ward, M.; Godley B. J. 2022. The role of citizen science in addressing plastic pollution: Challenges and opportunities. *Environmental Science and Policy*, 128, 14–23.
- Ogle, D. H. Introductory fisheries analyses with R. Boca Raton, FL: Chapman e Hall/CRC, Publisher. 2015.
- Rytwinski, T.; Taylor, J. J.; Donaldson, L. A.; Britton, J. R.; Browne, D. R.; Gresswell, R. E.; Lintermans, M.; Prior, K. A.; Pellatt, M. G.; Vis, C.; Cooke, S. J. 2018. The effectiveness of non-native fish removal techniques in freshwater ecosystems: a systematic review. *Environmental Reviews*, 27(1): 1-94
- Rüfenacht, S., Woods, T., Agnello, G., Gold, M., Hummer, P., Land-Zandstra, A., Sieber, A. 2021. Communication and Dissemination in Citizen Science. In: K. Vohland et al. (eds.), *The Science of Citizen Science*. Springer, p. 475- 494 <https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4>
- Spalding, M. D.; Fox, H. E.; Allen, G. R.; Davidson, N.; Ferdaña, Z. A.; Finlayson, M.; Halpern, B. S.; Jorge, M. A.; Lombana, A.; Lourie, S. A.; Martin, K. D.; Mcmanus, E.; Molnar, J.; Recchia, C. A. and Robertson, J. 2007. Marine Ecoregions of the World: A Bioregionalization of Coastal and Shelf Areas. *BioScience*, v.57, n.7, p. 573 – 584
- Souza, J. S.; Franco, A. C. S.; Tavares, M. R.; Guimarães, T. F. R.; Santos, L. N. 2024. Shipping traffic, salinity and temperature shape non-native fish richness in estuaries worldwide, *Science of The Total Environment*, 908,168-218, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168218>.

Teixeira, L. M. P & Creed, J.C. 2020. A decade on: an updated assessment of the status of marine non-indigenous species in Brazil. *Aquatic Invasions* 15(1): 30–43, <https://doi.org/10.3391/ai.2020.15.1.03>

Tomás, A. R. G.; Tutui, S. L. S.; Fagundes, L.; SOUZA, M. R. 2012. Opsanus beta: an invasive fish species in the Santos estuary, Brazil. *Bol. Inst. Pesca*, 38(4):1-7.

Vendetti, J. E. ; Lee, C. ; LaFollette, P. 2018. Five new records of introduced terrestrial gastropods in southern California discovered by citizen Science. *American Malacological Bulletin*, 36: 232-247. <https://doi.org/10.4003/006.036.0204>

Vitule, J. R. S., Occhi, T. V. T., Kang, B., Matsuzaki, S. I., Bezerra, L. A., Daga, V. S., & Padial, A. A. 2019. Intra-Country Introductions Unraveling Global Hotspots of Alien Fish Species. *Biodiversity and Conservation*, 28: 3037–3043. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01815-7>

Watkins, H.V., Yan, H.F., Dunic, J.C. & Côté, I.M. 2021. Research biases create overrepresented "poster children" of marine invasion ecology. *Conservation Letters*, 14: 13.